

· 论著 · 头颈 ·

# CT灌注成像参数对脑梗死患者预后的预测评估作用及与炎症因子水平的相关性

冯祥\* 高远 勾智睿

南阳市中心医院CT影像诊断科(河南 南阳 473000)

**【摘要】目的** 探讨分析电子计算机断层扫描(CT)灌注成像参数对脑梗死患者预后的预测评估作用及与炎症因子水平的相关性。**方法** 于2023年1月至2024年10月期间,选取我院收治的150例脑梗死患者作为研究对象,所有患者均接受CT灌注成像检查、血清炎症因子水平检测及预后随访,使用改良Rankin评分量表(mRS)对患者进行评估,分为预后良好组(mRS评分 $\leq 2$ 分)91例和预后不良组(mRS评分 $> 2$ 分)59例,比较两组CT灌注成像参数及血清炎症因子水平,分析其相关性。**结果** 预后不良组脑血容量(CBV)、脑血流量(CBF)低于预后良好组,平均通过时间(MTT)、达峰时间(TTP)、血清炎症指标较预后良好组高( $P < 0.05$ )。Pearson相关性分析显示,CBV、CBF与血清C反应蛋白(CRP)、白细胞介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )水平呈显著负相关,MTT、TTP与血清CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 水平呈显著正相关( $P < 0.05$ )。**结论** 不同预后脑梗死患者的CT灌注成像参数存在明显差异,检测CT灌注成像参数有助于脑梗死预后的预测评估,且CT灌注成像参数与血清炎症因子水平呈明显相关性。

**【关键词】** 脑梗死; CT; 预后; 炎症因子; 相关性**【中图分类号】** R445.2**【文献标识码】** A**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3257.2026.2.008

## Prognostic Evaluation of CT Perfusion Parameters in Patients with Cerebral Infarction and Correlation with Inflammatory Factors

FENG Xiang\*, GAO Yuan, GOU Zhi-rui.

Department of CT Imaging Diagnosis, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China

**Abstract: Objective** To investigate the prognostic effect of CT perfusion imaging parameters on patients with cerebral infarction and its correlation with inflammatory factors. **Methods** From January 2023 to October 2024, 150 patients with cerebral infarction admitted to our hospital were selected as the research subjects. All patients underwent CT perfusion imaging, serum inflammatory factor level detection, and prognosis follow-up. The modified Rankin Rating Scale (mRS) was used to evaluate the patients and divide them into a good prognosis group (mRS score  $\leq 2$  points) of 91 cases and a poor prognosis group (mRS score  $> 2$  points) of 59 cases. The CT perfusion imaging parameters and serum inflammatory factor levels were compared between the two groups, and their correlation was analyzed. **Results** The cerebral blood volume (CBV) and cerebral blood flow (CBF) of the poor prognosis group were lower than those of the good prognosis group, and the average transit time (MTT), peak time (TTP), and serum inflammatory markers were higher than those of the good prognosis group ( $P < 0.05$ ). Pearson correlation analysis showed that CBV and CBF were significantly negatively correlated with serum C-reactive protein (CRP), interleukin-6 (IL-6), and tumor necrosis factor -  $\alpha$  (TNF -  $\alpha$ ) levels, while MTT and TTP were significantly positively correlated with serum CRP, IL-6, and TNF -  $\alpha$  levels ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** There are significant differences in CT perfusion imaging parameters among patients with different prognoses of cerebral infarction. Detecting CT perfusion imaging parameters is helpful for predicting and evaluating the prognosis of cerebral infarction, and there is a significant correlation between CT perfusion imaging parameters and serum inflammatory factor levels.

**Keywords:** Cerebral Infarction; CT; Prognosis; Inflammatory Factors; Relevance

脑血管疾病是导致患者死亡的首要原因,脑梗死作为脑血管病最常见的一种类型,已成为威胁患者健康及生命安全的重要原因,其相关研究一直备受关注<sup>[1]</sup>。目前脑梗死患者接受静脉溶栓等系统治疗后能快速改善局部血液循环,减轻神经功能损害,但研究<sup>[2]</sup>发现部分患者治疗后仍出现神经功能损害持续恶化等问题,对预后造成不利影响,因此对脑梗死患者预后进行预测评估,及时采取有效措施进行预防处理,对改善患者预后具有积极意义。电子计算机断层扫描(CT)灌注成像是一种通过连续动态扫描、数学模型及计算机伪彩色处理等方式对患者脑组织血流动力学情况进行评估,达到早期诊断和预后评估目的

的无创影像学技术<sup>[3]</sup>。临床已有研究证实CT灌注成像参数有助于预测脑梗死患者预后,不过相关研究报道尚少<sup>[4]</sup>。近年来还有研究发现血清炎症因子与脑梗死患者预后密切相关,而关于其与CT灌注成像参数的相关性则尚不明确<sup>[5]</sup>。故本研究探讨分析不同预后脑梗死患者CT灌注成像参数及与炎症因子水平的相关性,现报道如下。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 于2023年1月至2024年10月期间,选取我院收治的150例脑梗死患者。150例患者中男82例,女68例,年龄

【第一作者】冯祥,男,主管技师,主要研究方向:CT影像技术。E-mail: xxfengct@163.com

【通讯作者】冯祥

51~78岁,平均(63.42±7.59)岁; 体质量指数19~29kg/m<sup>2</sup>, 平均(23.58±2.41)kg/m<sup>2</sup>; 合并症: 高血压66例, 高血脂49例, 糖尿病37例; 吸烟史57例, 饮酒史49例。本研究经医院伦理委员会批准。两组一般资料无明显差异(P>0.05), 存在可比性。

纳入标准: 符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018》<sup>[6]</sup>中的标准; 年龄≥18岁; 首次发病; 发病至入院时间<24h; 接受CT灌注成像检查及实验室检查; 资料完整; 签署知情同意书。排除标准: 合并精神疾病; 碘造影剂过敏; 脑出血; 合并颅内动脉瘤、脑梗等其他脑部疾病; 既往头部外伤史、颅脑手术史; 合并严重肝肾等重要脏器功能不全; 合并精神疾病。

**1.2 方法** 治疗方法: 所有患者均在入院后根据病情情况予以呼吸支持、抗感染、改善脑循环、维持水电解质平衡、降压、降糖等基础对症治疗, 并取阿替普酶0.9mg/kg加入0.9%生理盐水中稀释至0.2mg/mL后进行静脉溶栓治疗, 先静脉注射总剂量的10%, 剩余剂量在60min内静脉滴注完毕。

检测方法: (1)CT灌注成像检查: 在治疗前所有患者均采用美国GE公司生产的64排Revolution HD CT进行灌注成像检查, 先进行CT平扫, 之后以6.0mL/s的速度经肘静脉推注对比剂碘普罗胺40mL。设置管电压、管电流分别为80kV、150mA, 21s扫描6个容积数据, 间隔1s; 管电压不变, 管电流改为300mA, 36s扫描4个容积数据, 间隔1s; 管电压不变, 管电流改为150mA, 46s扫描5个容积数据, 间隔5s; 全程共扫描65s。最后将图像传输至工作站, 生成CT灌注成像图, 测量相关参数, 包括脑血容量(CBV)、脑血流量(CBF)、平均通过时间(MTT)、达峰时间(TTP)。(2)血清炎症因子检

测: 治疗前采集所有患者静脉血4mL, 离心(3000r/min的速度、10min的时间、8cm的半径)分离血清后测定血清炎症因子水平, 包括C反应蛋白(CRP)、白细胞介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子-α(TNF-α)水平, 仪器为使用全自动生化分析仪, 检测方法为酶联免疫吸附法。

分组方法: 溶栓治疗后所有患者均接受持续随访调查, 对患者近期预后进行评估, 评估工具为改良Rankin评分量表(mRS)<sup>[7]</sup>。根据mRS评分情况进行分组, 分为预后良好组(mRS评分≤2分, 共91例)与预后不良组(mRS评分>2分, 共59例)。

**1.3 观察指标** (1)观察比较两组CBV、CBF、MTT、TTP水平。(2)观察比较两组CRP、IL-6、TNF-α水平。(3)分析CT灌注成像参数与炎症因子水平的相关性。

**1.4 统计学方法** 采用SPSS 23.0分析, 计量、计数资料分别描述为( $\bar{x} \pm s$ )、[n(%)], 行t、 $\chi^2$ 检验, 相关性分析采用Pearson分析法, P<0.05为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 两组CT灌注成像参数对比** 预后不良组较预后良好组CBV、CBF低, 较预后良好组MTT、TTP高(P<0.05), 见表1。

**2.2 两组炎症因子水平对比** 预后不良组血清CRP、IL-6、TNF-α水平较预后良好组高(P<0.05), 见表2。

**2.3 Pearson相关性分析** Pearson相关性分析显示, CBV、CBF与血清CRP、IL-6、TNF-α水平呈显著负相关, MTT、TTP与血清CRP、IL-6、TNF-α水平呈显著正相关(P<0.05), 见表3。

**表1 两组CT灌注成像参数对比**

组别	n	CBV(mL/100g)	CBF[mL/(100g·min)]	MTT(s)	TTP(s)
预后不良组	91	3.79±0.94	38.46±6.52	12.86±2.95	32.57±4.91
预后良好组	59	5.82±1.13	47.38±9.71	8.43±1.87	23.84±6.23
t	-	11.922	6.734	10.268	9.556
P	-	0.000	0.000	0.000	0.000

**表2 两组血清炎症因子水平对比**

组别	n	CRP	IL-6	TNF-α
预后不良组	91	12.53±1.89	9.02±1.27	209.63±24.51
预后良好组	59	8.74±1.36	6.98±0.94	168.47±20.96
t	-	13.322	10.595	10.622
P	-	0.000	0.000	0.000

**表3 Pearson相关性分析**

CT灌注成像参数	CRP		IL-6		TNF-α	
	r值	P值	r值	P值	r值	P值
CBV	-0.378	<0.05	-0.403	<0.05	-0.336	<0.05
CBF	-0.317	<0.05	-0.352	<0.05	-0.418	<0.05
MTT	0.594	<0.05	0.571	<0.05	0.543	<0.05
TTP	0.482	<0.05	0.449	<0.05	0.497	<0.05

### 3 讨论

脑梗死主要由各种原因导致脑血管狭窄或闭塞而引起,早期脑血管狭窄或闭塞会导致血流动力学参数发生显著改变,但早期脑组织缺氧缺血性坏死后组织结构还未发生明显变化,使用常规CT扫描难以将病灶情况清晰显示出来,只有在病情继续发展后脑组织出现显著的形态改变时才能通过常规CT检查出病灶情况,因此在早期脑梗死的诊断中常规CT难以满足诊断需求<sup>[8-9]</sup>。而对于脑梗死患者而言,目前认为早期及时对脑梗死进行准确诊断及预后评估,对改善其预后具有积极意义<sup>[10]</sup>。

随着影像学技术的快速发展,CT灌注成像逐渐被应用于脑梗死患者的诊断中,其具有操作简单、成像速度快等优势,在定量评价方面前景广阔<sup>[11]</sup>。CT灌注成像能通过静脉注射对比剂,显示出局部脑组织血流供应和侧支循环代偿情况,最早可检测出发病半小时的脑梗死病灶,对梗死核心区域、缺血半暗带风险区进行精准识别,为诊疗提供可靠依据,进而最大限度挽救患者脑组织<sup>[12]</sup>。近年来的研究<sup>[13]</sup>发现CT灌注成像参数与脑梗死患者预后密切相关,不同预后脑梗死患者的CT灌注成像参数存在明显差异,该参数有助于预测评估脑梗死患者预后。本研究结果显示,预后不良组CBV、CBF低于预后良好组,MTT、TTP较预后良好组高( $P<0.05$ ),印证了上述研究结论。脑梗死病理机制主要为脑血管狭窄、闭塞,患者脑血流动力学异常改变后会激活机体自身调节功能,并建立侧支循环,实现代偿功能,CT灌注成像可测定病变区域血流参数,并根据参数对正常组织与病变进行区分。CT灌注成像参数中,CBV降低说明脑梗死脑组织代偿功能差;CBF降低说明脑梗死患者存在严重的脑组织缺血情况;MTT是对比剂分子通过一定体积脑组织细胞所用平均时间,常用于表示血流从动脉至静脉端的时间,其升高说明脑灌注降低;TTP是时间参数,其升高说明脑血流流速缓慢。脑组织代偿功能差、脑组织严重缺血、脑灌注低、脑血流流速缓慢的脑梗死患者更容易出现预后不良。近年来的研究<sup>[14]</sup>发现,血清炎症因子与脑梗死患者预后也有密切联系,不过其与CT灌注成像参数的相关性则缺乏研究报道。有研究<sup>[15]</sup>显示,炎症参与了脑动脉粥样硬化的发生与发展,在脑梗死发病机制中发挥了关键性作用。CRP是在机体组织感染、损伤情况下急剧升高的一种急性时相蛋白;IL-6是一种炎症细胞因子,与脑梗死的炎症反应密切相关;TNF- $\alpha$ 是一种促炎细胞因子,具有加重炎症反应的作用。本研究结果显示,预后不良组血清CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 水平较预后良好组高( $P<0.05$ ),说明预后不良的脑梗死患者往往存在更严重的炎症反应,血清炎症因子有助于脑梗死预后的预测评估。究其原因可能是炎症反应参与了脑动脉粥样硬化、脑组织血管损伤、神经功能损害等病理机制,血清CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 水平升高提示炎症反应增强,进而导致病情程度加重,增加不良预

后风险。本研究经Pearson相关性分析显示,CBV、CBF与血清CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 水平呈显著负相关,MTT、TTP与血清CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 水平呈显著正相关( $P<0.05$ ),提示CT灌注成像参数与血清炎症因子水平呈明显相关性,CT灌注成像参数可间接反映脑梗死患者炎症反应程度。

综上所述,不同预后脑梗死患者的CT灌注成像参数存在明显差异,检测CT灌注成像参数有助于脑梗死预后的预测评估,且CT灌注成像参数与血清炎症因子水平呈明显相关性。

### 参考文献

- [1] 左添,洪新杰,葛亚芳,等. CT血管造影联合NSE及IGF-1在进展性脑梗死疾病评估中的应用价值[J]. 中国医学装备, 2024, 21(7): 48-53.
- [2] 张文,吕槐琴,黄巧云,等. 基于宽体探测器CT灌注成像评估的侧支循环与急性脑梗死体积及预后的关系[J]. 中国医学影像学杂志, 2023, 31(7): 689-694, 700.
- [3] 胡建勇,张静,王希文,等. CT灌注成像联合血清ANXA3水平检测在急性脑梗死病人神经功能及预后评估中的应用价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2024, 22(13): 2456-2460.
- [4] 纪律,胡幸. CT灌注成像参数对急性脑梗死患者神经功能预后的预测价值[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2024, 27(7): 821-825.
- [5] 臧艳静,崔泽岩,郑宏伟. 血清UA、NSE、Hcy及炎症因子在预测脑梗死患者预后中的价值[J]. 国际检验医学杂志, 2021, 42(16): 1977-1981.
- [6] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.
- [7] 王钰,刘志东,李建锋. 颈动脉超声crouse斑块积分与急性脑梗死患者短期预后的关系及预测价值研究[J]. 新疆医科大学学报, 2024, 47(8): 1091-1096.
- [8] 包国庆,地力木拉提·阿米提,李红燕. 急性脑梗死实施CT血管造影与其近期预后评估关系的研究[J]. 中国医学装备, 2023, 20(7): 72-75.
- [9] 韩龙,张海莲,马琼. CT灌注成像联合miR-195在急性脑梗死诊断及预后分析中的应用[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(4): 927-931.
- [10] 王泽颖,包华,郑晓明,等. 双源CT颅脑灌注成像联合血清UCH-L1、Lp-pLA2在急性脑梗死患者诊断和预后不良预测中的应用价值[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(18): 3498-3503.
- [11] 时建文,杨志泽,刘森. CT灌注成像参数对急性脑梗死侧支循环的评估价值及与术后近期预后的相关性[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(2): 42-44.
- [12] 郭丽红,陈辉,张燕,等. CT灌注成像联合血清microRNA-493预测急性脑梗死患者预后的价值[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(22): 88-93.
- [13] 曹红举,贾兆刚,孙丽娜. 不同CT灌注参数对急性脑梗死诊断及预后判断[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(12): 9-11.
- [14] 方文,陈桢,李鹏飞,等. 血清炎症因子和S100B与进展性脑梗死患者神经功能缺损、梗死体积及预后的相关性研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(14): 1469-1474.
- [15] 袁艺铭,宋彦,刚培,等. 急性脑梗死患者血清pro-BDNF及炎症因子水平与临床预后的相关性[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2024, 27(5): 595-599.

(收稿日期: 2024-11-02)

(校对编辑: 韩敏求)